

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

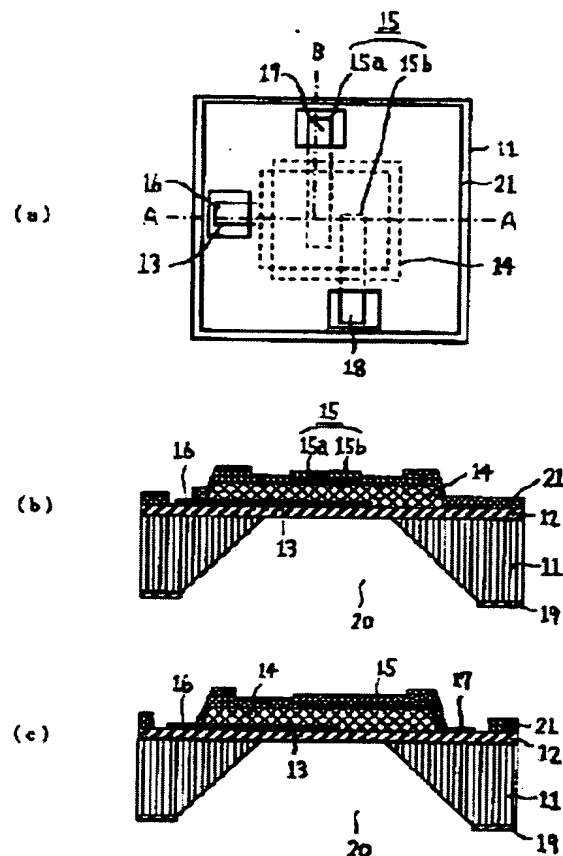
PUBLICATION NUMBER : 2001251159
PUBLICATION DATE : 14-09-01
APPLICATION DATE : 08-03-00
APPLICATION NUMBER : 2000063196

APPLICANT : MITSUBISHI ELECTRIC CORP;

INVENTOR : UCHIKAWA HIDEFUSA;

INT.CL. : H03H 9/17 H03H 3/04

TITLE : THIN FILM PIEZOELECTRIC ELEMENT
AND ITS MANUFACTURING METHOD



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a thin film piezoelectric element where a resonance frequency is adjustable and a desired resonance frequency is obtained with high accuracy and to provide its manufacturing method.

SOLUTION: This element is provided with a vibrating part consisting of a piezoelectric film 14 formed on a substrate 11, at least one pair of electrodes 13 and 15 connected to the upper and lower surfaces of the piezoelectric film 14 and a cavity 20 for resonance formed under the film 14, and the vibrating part is covered with an organic resin film 21.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2001-251159
(P2001-251159A)

(43)公開日 平成13年9月14日(2001.9.14)

(51)IntCl. ⁷	識別記号	F I	テームト(参考)
H 0 3 H 9/17		H 0 3 H 9/17	F 5 J 1 0 8
3/04		3/04	B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願2000-63196(P2000-63196)

(22)出願日 平成12年3月8日(2000.3.8)

(71)出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72)発明者 内海 良和

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 山田 朗

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(74)代理人 100102439

弁理士 宮田 金雄 (外1名)

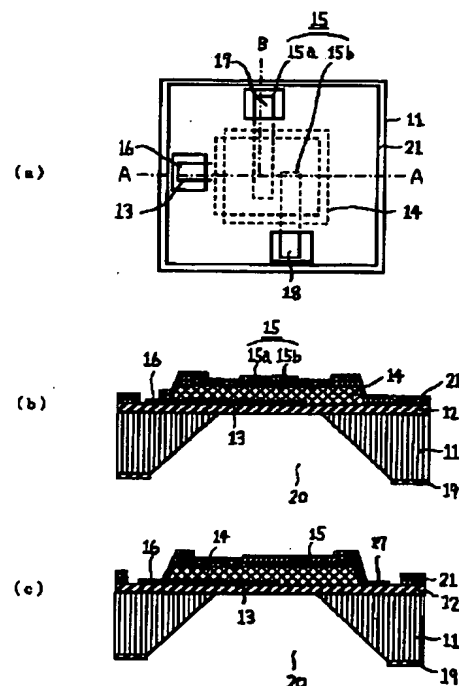
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 薄膜圧電素子及びその製造方法

(57)【要約】

【課題】 共振周波数の調整が可能で、所望の共振周波数を精度よく得ることができる薄膜圧電素子及びその製造方法を提供する。

【解決手段】 基板11上に形成された圧電膜14とこの圧電膜14の上下に接続される少なくとも一對の電極13、15と圧電膜14の下部に形成される共振用空洞20とからなる振動部位を備え、この振動部位を有機樹脂膜21で被覆する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に形成された圧電膜と前記圧電膜の上下に接続される少なくとも一対の電極と前記圧電膜の下部に形成される共振用空洞とからなる振動部位を備え、前記振動部位が有機樹脂膜で被覆されたことを特徴とする薄膜圧電素子。

【請求項2】 基板上に形成される圧電膜と前記圧電膜の上下に接続される少なくとも一対の電極と前記圧電膜の下部に形成される共振用空洞とからなる振動部位を形成し、前記振動部位を有機樹脂膜で被覆した後、当該有機樹脂膜の表面側を除去することにより所定厚みの有機樹脂膜とすることを特徴とする薄膜圧電素子の製造方法。

【請求項3】 有機樹脂膜の表面側の除去を紫外線レーザーの照射により行うことを特徴とする請求項2記載の薄膜圧電素子の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、薄膜圧電素子及びその製造方法に関するものであり、特に特定の周波数のみを透過させる体積共振型フィルタに関するものである。

【0002】

【従来の技術】最近、携帯電話等の携帯機器はますます小型化また軽量化しており、内部に搭載される部品及び素子も小型かつ軽量化が要求されている。特定の周波数の電磁波のみを透過させるフィルタ、特に携帯電話に用いられているフィルタは、これまでバルクの同軸型共振型及び表面波型フィルタが主として使用されてきた。さらに一層の小型を図るための方策としては、透過させたい周波数に対応する振動を薄膜の体積共振により得る方法が提案されている。この方法は表面に酸化膜を形成したシリコン基板の上に形成された圧電膜を、その上下に形成された電極により体積振動を共振させるもので、圧電膜として、酸化亜鉛（ZnO）を形成する方式が例えば、文献「弾性波素子技術ハンドブック、日本学術振興会弾性波素子技術第150委員会編、オーム社発行、平成3年11月30日第1版発行、pp. 125～128」（以下、文献1と記す）に開示されている。この体積共振型フィルタ型の薄膜圧電素子は、その寸法が数百μm以下と小さいため、1枚のシリコン基板の上に一度にたくさん作製することができること、回路との一体化が可能であること、等が特徴である。

【0003】図5は、従来の典型的な体積共振型薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その（a）が平面説明図、その（b）がA-A線断面説明図、その（c）がA-B線断面説明図である。これと同様な構成は例えば上記文献1に示されている。かかる従来の薄膜圧電素子は、シリコン酸化膜2を表面に形成したシリコン基板1上に振動部位を構成する下部電極3と、その下部電極3

上に形成された圧電膜4と、前記下部電極3と部分的に対向して形成された一対の振動励起用電極5a（入力電極）及び振動検出用電極5b（出力電極）からなる上部電極5とを備える。シリコン基板1には、振動部位下方のシリコン基板を除去して得られる共振用空洞7が設けられている。この共振用空洞7は、シリコン基板1の裏面に形成したシリコン酸化膜からなるマスク材6をマスクとして、シリコン基板1を例えば湿式の異方性エッチングによりシリコン酸化膜2の下部までエッチングすることにより形成される。この薄膜圧電素子では、振動励起用電極5aによって振動が励振され、振動検出用電極5bによって振動強度が出力される。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上述の薄膜圧電素子はいずれも透過周波数に対応する体積共振を利用しているが、精度の良い共振周波数を得るために特に重要なのは、圧電膜5の膜厚である。共振周波数は圧電膜5の膜厚に反比例する。仮に圧電膜5の膜厚を1μmとすると、共振周波数を目的の周波数から2%以内に抑えたい場合には、20nmの精度が必要である。しかしながら従来の薄膜圧電素子の製造方法では、薄膜圧電素子の共振周波数を決定する圧電膜5を例えばスパッタ装置で形成する場合、圧電膜5の膜厚はスパッタのガス圧力、電圧、電流等の制御の精度、及び圧電膜5を形成するステージの温度制御の精度などによって変化する。このため、生産性の高い装置で常時この精度の膜厚を制御するのは大変難しかった。また、膜厚のばらつきによるロットごとの共振周波数の変動を避けられなかった。また、作製した薄膜圧電素子の共振周波数を素子によってわずかに変化させたいとしてもロット全体を作り変えなければならないという問題があった。

【0005】この発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、振動部位を有機樹脂膜で被覆することにより、共振周波数の調整が可能で、所望の共振周波数を精度よく得ることができる薄膜圧電素子及びその製造方法を提供するものである。

【0006】

【課題を解決するための手段】この発明に係る薄膜圧電素子は、基板上に形成された圧電膜とこの圧電膜の上下に接続される少なくとも一対の電極と圧電膜の下部に形成される共振用空洞とからなる振動部位を備え、この振動部位が有機樹脂膜で被覆されたことを特徴とするものである。

【0007】この発明に係る薄膜圧電素子の製造方法は、基板上に形成される圧電膜とこの圧電膜の上下に接続される少なくとも一対の電極と圧電膜の下部に形成される共振用空洞とからなる振動部位を形成し、この振動部位を有機樹脂膜で被覆した後、この有機樹脂膜の表面側を除去することにより所定厚みの有機樹脂膜とすることを特徴とするものである。

【0008】また、有機樹脂膜の表面側の除去を紫外線レーザの照射により行うことを特徴とするものである。

【0009】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、この発明の実施の形態1の薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その(a)が平面説明図、その(b)がA-A線断面説明図、その(c)がA-B線断面説明図である。この発明に係る薄膜圧電素子は、シリコン酸化膜12が表面に形成されたシリコン基板11上に振動部位を構成する下部電極13と、その下部電極13上に形成された圧電膜14と、前記下部電極12と部分的に対向して形成された一対の振動励起用電極15a(入力電極)及び振動検出用電極15b(出力電極)とからなる上部電極15を備える。下部電極13、振動励起用電極15a及び振動検出用電極15bはそれぞれリード線を接続するためのパッド部16、17、18を備える。シリコン基板11には、マスク材19をマスクとして、振動部位下方のシリコン基板を除去して得られる共振空洞20が設けられ、振動部位、即ち、下部電極13、上部電極15及び圧電膜14は有機樹脂膜21で被覆される。

【0010】振動部位を有機樹脂膜21で被覆することにより、薄膜圧電素子の共振周波数は低周波側にシフトする。従って、付加的に被覆した有機樹脂膜21により共振周波数を調整することができる。また、後述するように、付加的に被覆した有機樹脂膜21の振動部位上の有機樹脂膜21を所望の膜厚まで除去することにより、共振周波数の調整が可能である。

【0011】この発明の実施の形態1の薄膜圧電素子の製造方法を説明する。まず、シリコン酸化膜12が表面に形成されたシリコン基板11のシリコン酸化膜12上に下部電極13を形成する。下部電極13は、金属膜を全面に形成した後、エッチングにより所望のパターンとする方法が望ましいが、所望のパターンを有するマスクを介して金属膜を形成する方法でもよい。下部電極13としては、イリジウム、ルテニウム等を用いることができる。次にその上に下部電極13全体を覆うように、圧電膜14を形成する。圧電膜14としては、 ZnO 、 $PbTiO_3$ 、 $Pb(Zr_{1-x}Ti_x)O_3$ ($0 \leq x \leq 1$)、 $LiNbO_3$ 、 $SrNbO_3$ 、 $BaNbO_3$ 、 $LiTaO_3$ 等を用いることができ、スパッタ法、蒸着法、電子ビーム蒸着法、クラスティオンビーム法、ゾーゲル法等によって形成することができる。この圧電膜14の形成は、パッド部16、17、18上に圧電膜を形成しないマスク法を用いることが望ましいが、パッド部16、17、18上にも圧電膜14を形成して、その後にパッド部16、17、18上の圧電膜14をエッチングにより除去する方法でもよい。次に、その上にさらに振動励起用電極15a(入力電極)と振動検出用電極15b(出力電極)とからなる2つの平行なスラブ型上部電極15を形成する。上部電極15も下部電極13と同様

に、エッチング法、マスク法のどちらを用いてもよい。上部電極15はイリジウム、ルテニウム、白金、ロジウムなども使用することができる。パッド部17及び18は圧電膜14を挟んで対向して形成するのがよいが、同方向に形成してもよい。その後、振動部位下方のシリコン基板をシリコン酸化膜からなるマスク材19をマスクとして、湿式の異方性エッチングを行うことにより断面が台形状の共振空洞20を形成する。その際、構造強度を維持するため、圧電膜15に ZnO を用い、共振空洞20を形成時にシリコン酸化膜12の下部にシリコン基板11を僅かに残してもよい。共振は下部電極13及び振動励起用電極15aが圧電膜14を介して重なり合う部分を中心として、励振され、振動部位全体に広がる。

【0012】次に、通常有機樹脂膜21と振動部位との密着性を向上するために、下部電極13、上部電極15及び圧電膜14の表面に、一方にシロキサン結合または酸素基を有し、他方に形成する有機樹脂に近い基を有するカップリング剤、例えばシランカップリング剤を塗布した後、有機樹脂膜21で被覆するのが好ましい。有機樹脂膜としては、ポリエチレンなどのように弾性定数が低い有機樹脂膜あるいはシリコンゴムコンパウンドやポリウレタンなどのエラストマは振動を吸収するので、好ましくは $1 \times 10^8 N/m^2$ 以上の有機樹脂膜を用いる。このような有機樹脂膜21として、ポリイミド系樹脂膜、フッ素系樹脂膜、ポリカーボネート系樹脂膜、アクリル系樹脂膜、メタクリル酸メチル樹脂膜、スチレン樹脂膜、ポリエステル系樹脂膜、珪素系樹脂膜、ポリフェニレンサルファイド樹脂膜、エポキシ樹脂膜等のうちの1種類、あるいは、1種類以上の共重合樹脂膜、またはポリマーアロイを用いることができる。また、有機樹脂膜21として、無機物の微粉末、好ましくは $0.1 \mu m$ 以下の微粉末を含有する複合有機樹脂膜とすることにより、重量効果を高めてもよい。即ち、複合有機樹脂膜の場合、有機樹脂膜21の密度が高くなることにより、より薄い膜厚で、同じ効果を得ることができる。

【0013】有機樹脂膜の形成方法としては、モノマーまたはオリゴマーのスピンコーティング法、スプレー法、ディップ法、蒸着法などから選択できる。スピンコーティング法を用いることにより、安価な装置で容易に精度のよい膜厚制御が可能である。また、蒸着法を用いることにより、より薄い膜厚のものを精度よく形成することができる。モノマーあるいはオリゴマーが薄膜圧電素子本体上でポリマーとなるために、反応開始剤添加、紫外線照射あるいは加熱を行う。

【0014】次に、パッド部16、17、18上の有機樹脂膜21をスポット状に集光した赤外線レーザ、または、紫外線レーザによるアブレーションによって完全に除去する。その後この薄膜圧電素子本体をパッケージに搭載しパッド部16、17、18にリード線を接続す

る。次に、パッド部16、17を通して下部電極13及び振動励起用電極15aに透過させたい周波数の高周波を印加し、パッド部16、18を通して下部電極13及び検出用電極15bで目的とする共振周波数の振動強度をモニタしながら、振動部位を被覆した有機樹脂膜21に紫外線を照射し、有機樹脂膜21の表面側をアブレーション除去する。振動部位を被覆した有機樹脂膜21のアブレーション除去に用いる紫外線は、紫外線レーザ、さらに好ましくは270nm以下の紫外線レーザを用いる方法が効果的である。このような紫外線レーザとして、KrFエキシマレーザ(248nm)、ArFエキシマレーザ(193nm)、YAGレーザの4倍高調波(266nm)等を用いることができる。有機樹脂膜21は紫外線を吸収し、そのエネルギーにより、有機樹脂膜21の化学結合が切断される。これによって、有機樹脂膜が低分子量化し、ガス化して除去される。化学反応によって有機樹脂膜21をガス化するため、薄膜圧電素子の温度が上昇しないので、共振周波数の測定を正確に行うことができる。

【0015】振動部位上に有機樹脂膜21を形成した時点で共振周波数は低周波側にシフトするが、有機樹脂膜21の膜厚を薄くすることによって、再度共振周波数は高周波側にシフトする。従って、目的とする共振周波数の振動強度を測定しながら有機樹脂膜21の表面側をアブレーション除去することにより、所望の共振周波数に調整することができる。但し、有機樹脂膜21を形成する前の共振周波数より高周波側にシフトすることはないので、有機樹脂膜21を形成する前の共振周波数は、所望の周波数より少し高い目に設定しておく必要がある。尚、この共振周波数の測定は、必ずしも有機樹脂膜21のアブレーション除去中、常時行う必要はなく、共振周波数の測定とアブレーション除去を交互に行ってもよい。また、有機樹脂膜を振動部位の裏面側(共振用空洞側)に形成し、裏面側から有機樹脂膜をアブレーション除去してもよい。

【0016】上述のように、付加的に振動部位を被覆した有機樹脂膜21の表面をアブレーション除去することにより、共振周波数を調整できるので、従来問題であった圧電膜の膜厚のばらつきによるロットごとの共振周波数の変動を解消できる。また、圧電膜形成時に高精度の膜厚制御は不要であり、圧電膜形成装置の稼働率向上、装置の低価格化が可能となる。また、作製した薄膜圧電素子の共振周波数を素子によってわずかに変化させたい場合にもロット全体を作り変えなければならないという問題を解消できる。さらにまた、上部電極15上に有機樹脂膜21を形成するので、上部電極15の保護、隣接する上部電極15間における放電の防止、上部電極15を構成する金属のマイグレーションの防止などによって薄膜圧電素子の耐候性を向上させることもできる。

【0017】実施の形態2、図2は、この発明の実施の

形態2の薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その(a)が平面説明図、その(b)がA-A線断面説明図である。図2において、図1で示した符号と同じものは、同じまたは相当品を示す。実施の形態2が実施の形態1と異なる点は、実施の形態2の場合には、下部電極23に対向して1つの上部電極25を備える点である。実施の形態2の場合には、上部電極25及び下部電極23のうち、一方を入力電極とすると、他方が出力電極となる。実施の形態2の薄膜圧電素子の製造方法は、実施の形態1と同様にして、薄膜圧電素子の振動部位を有機樹脂膜21で被覆した後、各電極のパッド部26、27を通して、上部電極25及び下部電極23のうちのいずれか一方の電極に透過させたい周波数の高周波を印加し、他方の電極で振動強度をモニタしながら、少なくとも振動部位を被覆した有機樹脂膜21の表面側を、所望の周波数の振動強度が最大となるまで紫外線によりアブレーション除去する。これによって、所望の共振周波数を有する薄膜圧電素子を得ることができる。このように、上部電極が1つの場合にも、実施の形態1と同様の効果が得られる。

【0018】実施の形態3、図3は、この発明の実施の形態3の薄膜圧電素子の構造を説明する断面説明図である。図3において、図1乃至図2で示した符号と同じものは、同じまたは相当品を示す。実施の形態3の薄膜圧電素子は、共振用空洞をシリコン基板の裏面を異方性エッチングすることにより作製するのではなく、犠牲層を用いてシリコン基板の表面側に作製したものである。この薄膜圧電素子の製造は、犠牲層(図示せず)とシリコン酸化膜12が表面に形成されたシリコン基板31上にまず、下部電極13、圧電膜14、上部電極15を実施の形態2と同様の方法で形成する。次に、犠牲層をエッチングにより除去し、振動部位下方に共振用空洞30を形成する。この犠牲層を除去するとき圧電膜14及び上部電極25を保護するために、予めその表面にシリコン酸化膜からなる保護膜22を形成しておく。その後、振動部位を有機樹脂膜21で被覆する。尚、有機樹脂膜21が、保護膜を兼ねることもできる。即ち、保護膜22を形成しないで、有機樹脂膜21のみを形成してもよい。

【0019】実施の形態3の薄膜圧電素子は実施の形態2と同様に、上部電極23及び下部電極25のうち、一方を入力電極、他方を出力電極とし、上部電極23及び下部電極25のうちのいずれか一方の電極に透過させたい周波数の高周波を印加し、他方の電極で振動強度をモニタしながら、振動部位を被覆した有機樹脂膜21の表面側を、所望の周波数の振動強度が最大となるまで紫外線によりアブレーション除去する。これによって、所望の共振周波数を有する薄膜圧電素子を得ることができる。このように、共振用空洞30を犠牲層を用いてシリコン基板31上に形成する場合も、実施の形態1と同様

の効果が得られる。

【0020】実施の形態4. 図4は、この発明の実施の形態4の薄膜圧電素子の構造を説明する断面説明図である。図4において、図1乃至図2で示した符号と同じものは、同じまたは相当品を示す。実施の形態4は、同一基板から複数個の薄膜圧電素子を得るものである。実施の形態4の薄膜圧電素子においては、振動部位を有機樹脂膜21で被覆し、その有機樹脂膜21の表面側を所望の共振周波数となるように紫外線によりアブレーション除去した後、ダイシング溝40に沿ってシリコン基板41を切断する。尚、ダイシング溝40に沿ってシリコン基板41を切断してから、所望の共振周波数となるように有機樹脂膜21の表面側をアブレーション除去してもよい。尚、図4において、上部電極25のパッド部37は、圧電膜14上に形成されているが、この方が圧電膜14の段差部分で上部電極25が切断する可能性がなく、信頼性が高い。

【0021】

【実施例】以下に、実施の形態1に示した薄膜圧電素子について、具体的な実施例により、更に詳細に説明する。

【0022】実施例1. 上部電極15の形成まで完了し、共振周波数が約800MHzの薄膜圧電素子本体の表面に、まず、イミド系カップリング剤として、 γ -アミノプロピルトリメトキシシランを2重量%含むメチルアルコール溶液をスピンコーティング法によりコーティングし、100℃で1時間熱処理した。その後、有機樹脂膜21として、ポリイミド系樹脂膜を形成するために、ビスマレイミド・トリアジン（BTレジン）のオリゴマーを70重量%含むメチルエチルケトン溶液を原液として、等容量のメチルエチルケトンで希釈し、薄膜圧電素子本体に滴下した後、毎分4000回転でスピンコートを行った。次にこの全体を徐々に加熱し、80℃において1時間乾燥した後、さらにまた徐々に加熱して、最高温度200℃にて2時間加熱処理を行った。このようにして得られたポリイミド系樹脂膜の膜厚は約1 μ mであった。この有機樹脂膜21上に、パッド部のみに開口部を有するマスクを設置し、5mJ/cm²のYAGレーザを照射し、パッド部16、17、18上の有機樹脂膜21を除去し、パッド部16、17、18を露出させた。このパッド部16、17、18にリード線を接続し、実施の形態1に記載の方法で共振周波数を測定したところ、有機樹脂膜を形成する前に比較して低周波側にシフトした。次に振動部位より少し大きめの0.6mm角の窓を有する金属マスクを通して、1mJ/cm²のKrFエキシマレーザを照射したところ、BTレジンの膜厚がおよそ0.3 μ m程度減少した。この結果、共振周波数が高周波側にシフトした。これによって、特定の高周波で素子を励振させながら、振動部位を被覆した有機樹脂膜21の表面を除去し、所望の周波数の振動強度

が最大となる膜厚になるまでアブレーションすることにより、所望の共振周波数に調整できることを確認した。

【0023】実施例2. 実施例1と同じ薄膜圧電素子本体の表面にカップリング剤として、ビニルトリエトキシシランを2重量%含むメチルアルコール溶液をスピンコーティング法により塗布し、100℃で1時間乾燥させた。その後、有機樹脂膜としてメタクリル酸メチルとスチレンの共重合体を形成するためにメタクリル酸メチルモノマーとスチレンモノマーの1対1の混合物に反応開始剤として過酸化ベンゾイルを2重量%を混合した溶液を、スピンコーティング法により塗布し、徐々に加熱して、80℃で1時間保持してメタクリル酸メチルとスチレンの共重合反応を行わせた。その後KrFエキシマレーザ照射によりパッド部16、17、18上の有機樹脂膜21を取り除き、パッド部16、17、18を露出させた。このパッド部16、17、18にリード線を接続し、実施の形態1に記載の方法で共振周波数を測定したところ、有機樹脂膜21を形成する前に比べて低周波側にシフトした。その後、KrFエキシマレーザを振動部位を被覆した有機樹脂膜21に照射すると、アブレーションにより、振動部位を被覆した有機樹脂膜21の膜厚が減少し、共振周波数が高周波側にシフトした。これにより、実施例1と同様に、所望の共振周波数に調整できることを確認した。

【0024】実施例3. 実施例1と同じ薄膜圧電素子本体の表面にカップリング剤として、 β -エチルトリメトキシシランを1重量%を含むメタノール溶液を、薄膜圧電素子本体上にスピンコーティング法により塗布し、100℃で1時間乾燥した。次に、有機樹脂膜21として、ポリエステル系樹脂膜であるポリエチレンテレフタレート樹脂膜を形成する。エチレングリコールとテレフタル酸を別々のガラス容器に入れ、真空中でエチレングリコールを200℃程度に加熱し、テレフタル酸を300℃程度に加熱し、表面が下向に保持され、80℃に加熱された薄膜圧電素子本体表面に蒸着し、薄膜圧電素子本体表面で重合させた。その後、実施例2と同様に、KrFエキシマレーザ照射によりパッド部16、17、18上の有機樹脂膜21を取り除き、パッド部16、17、18を露出させた。このパッド部16、17、18にリード線を接続し、実施の形態1に記載の方法で共振周波数を測定したところ、有機樹脂膜21を形成する前に比べて低周波側にシフトした。その後、KrFエキシマレーザを振動部位を被覆した有機樹脂膜21に照射すると、アブレーションにより、振動部位を被覆した有機樹脂膜21の膜厚が減少し、共振周波数が高周波側にシフトした。これにより、実施例1と同様に、所望の共振周波数に調整できることを確認した。

【0025】実施例4. 実施例4は、有機樹脂膜21として、無機粉末を含有する複合有機樹脂膜を用いるものである。実施例1と同じカップリング剤を塗布した薄膜

圧電素子本体に、ビスマレイミド・トリアジン（BTレジン）のオリゴマーのメチルエチルケトン溶液に、アエロジル（SiO₂の微粉末）をメチルエチルケトンに分散したものを混合し、この混合液をスピンコーティング法により塗布した。その後、これを徐々に加熱して、最高温度200℃にて2時間加熱キュアを行ったところ無機粉末を含有する複合有機樹脂膜が形成できた。この複合有機樹脂膜上に、パッド部16、17、18のみにKrFエキシマレーザの光線が照射されるように、パッド部のみに開口部を有するマスクを設置して、時々エアを軽く吹き込んで、分離したアエロジル吹き飛ばし、パッド部16、17、18が露出するまでアブレーションし、有機樹脂とアエロジルを取り除いた。このパッド部16、17、18にリード線を接続し、実施の形態1に記載の方法で共振周波数を測定したところ、有機樹脂膜21を形成する前に比べて低周波側にシフトした。次に振動部位より少し大きめの開口窓を有する金属マスクを通して、KrFエキシマレーザを照射したところ、有機樹脂膜21の膜厚が減少し、共振周波数が高周波側にシフトした。これにより、実施例1と同様に所望の共振周波数に調整できることを確認した。

【0026】

【発明の効果】この発明に係る薄膜圧電素子は、振動部位を有機樹脂膜で被覆したので、共振周波数の調整が可能である。

【0027】また、この発明に係る薄膜圧電素子の製造方法は、振動部位を有機樹脂膜で被覆した後、この有機樹脂膜の表面側を所定の厚みまで除去することにより、所望の共振周波数に精度良く調整することができる。 *

*【0028】また、有機樹脂膜の表面側の除去に紫外線レーザを用いることにより、有機樹脂膜の表面を除去するときの温度上昇を防ぐことができるので、共振周波数を精度良く測定しながら有機樹脂膜の表面側を除去することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1の薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その（a）が平面説明図、その（b）がA-A線断面説明図、その（c）がA-B線断面説明図である

【図2】 この発明の実施の形態2の薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その（a）が平面説明図、その（b）がA-A線断面説明図を示す。

【図3】 この発明の実施の形態3の薄膜圧電素子の構造を説明する断面説明図である。

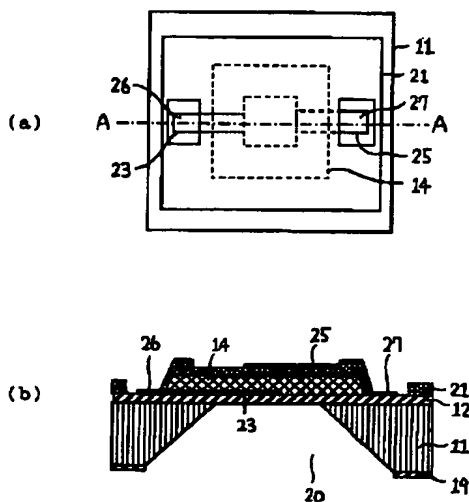
【図4】 この発明の実施の形態4の薄膜圧電素子の構造を説明する断面説明図である。

【図5】 従来の薄膜圧電素子の構造を説明する図であり、その（a）が平面説明図、その（b）がA-A線断面説明図、その（c）がA-B線断面説明図である。

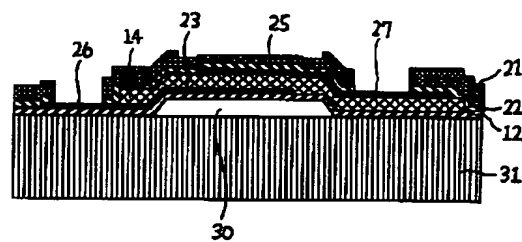
【符号の説明】

- 11、31、41 シリコン基板
- 13、23 下部電極
- 14 圧電膜
- 15、25 上部電極
- 15a 振動励起用電極（入力電極）
- 15b 振動検出用電極（出力電極）
- 20、30 共振用空洞
- 21 有機樹脂膜

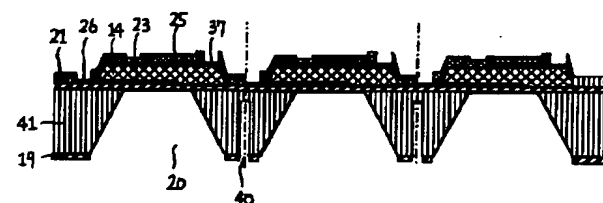
【図2】



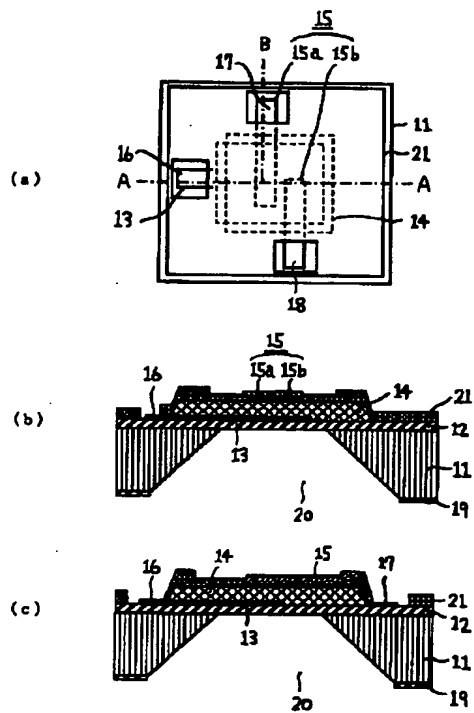
【図3】



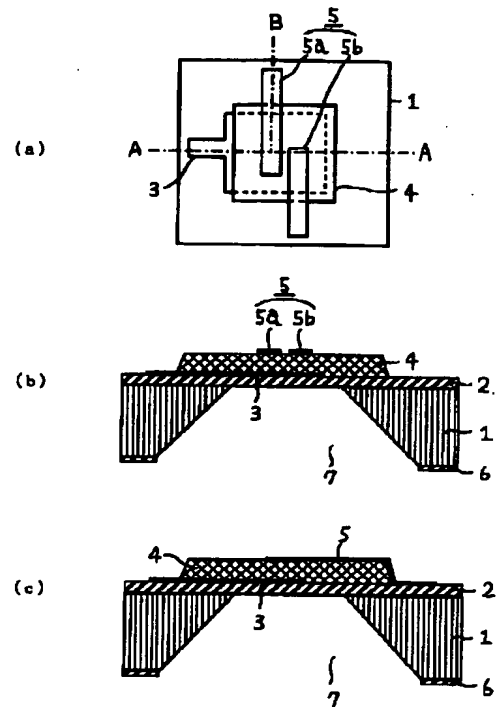
【図4】



【図1】



【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 前田 智佐子
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

(72)発明者 内川 英興
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三
菱電機株式会社内

Fターム(参考) 5J108 AA02 AA07 BB01 BB04 CC01
CC04 FF01 HH04 HH05 KK06
NA04 NB05